



(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : <b>F02D 41/22, 41/38</b>		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/52319</b>
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 8. September 2000 (08.09.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/02958		(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 10. September 1999 (10.09.99)		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	
(30) Prioritätsdaten: 199 08 352.5 26. Februar 1999 (26.02.99) DE			
(71) Anmelder ( <i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i> ): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder ( <i>nur für US</i> ): FRENZ, Thomas [DE/DE]; Beuthener Strasse 5, D-86720 Nördlingen (DE). BOCHUM, Hansjoerg [DE/DE]; Sandweg 16, D-70771 Leinfelden (DE).			
(54) Title: SYSTEM FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, ESPECIALLY AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE OF AN AUTOMOBILE			
(54) Bezeichnung: SYSTEM ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE, INSbesondere EINES KRAFTFAHRZEUGS			
(57) Abstract			
<p>The invention relates to a method for operating a fuel supply system of an internal combustion engine, especially an internal combustion engine of an automobile. According to said method, fuel is conveyed into a storage chamber (17) and a pressure is generated in said storage chamber (17) by means of a pump (12,16). An actual value of this pressure is measured by a pressure sensor (21). The pressure in the storage chamber is then controlled and regulated to a desired value, any defect in the fuel supply system (10) being detected by a plausibility check. In the event that a defect is detected in the fuel supply system (10), a diagnosis cycle of the internal combustion engine is initiated, hereby activating diagnosis functions which test the operativeness of the individual components (18, 19, 21) of the fuel supply system (10).</p>			

**(57) Zusammenfassung**

Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffversorgungssystems einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem mit Hilfe einer Pumpe (12, 16) Kraftstoff in einen Speicherraum (17) gefördert und ein Druck im Speicherraum (17) erzeugt wird, bei dem mit Hilfe eines Drucksensors (21) ein Istwert des Drucks gemessen wird, und bei dem der Druck im Speicherraum (17) auf einen Sollwert gesteuert und geregelt wird, wobei ein Fehler im Kraftstoffversorgungssystem (10) durch eine Plausibilitätskontrolle erkannt wird. Bei Erkennen eines Fehlers im Kraftstoffversorgungssystem (10) wird ein Diagnosezyklus der Brennkraftmaschine eingeleitet, wobei Diagnosenfunktionen aktiviert werden, die einzelne Komponenten (18, 19, 21) des Kraftstoffversorgungssystems (10) auf Funktionsfähigkeit überprüfen.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolci	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

5

10       System zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs

Stand der Technik

15       Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben eines Kraftstoffversorgungssystems einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem mit Hilfe einer Pumpe Kraftstoff in einen Speicherraum gefördert und ein Druck im Speicherraum erzeugt wird, bei dem mit Hilfe eines Drucksensors ein Istwert des Drucks gemessen wird, und bei dem der Druck im Speicherraum auf einen Sollwert gesteuert und geregelt wird, wobei ein Fehler im Kraftstoffversorgungssystem durch eine Plausibilitätskontrolle erkannt wird.

Aus der Patentschrift US 5,241,933 ist ein Kraftstoffversorgungssystem bekannt, bei dem der Kraftstoffdruck mit Hilfe eines Druckreglers geregelt wird und bei dem eine Fehlererkennungseinrichtung ein Fehler im Kraftstoffversorgungssystem erkennt und dieser Fehler mit Hilfe einer Anzeigeeinrichtung angezeigt wird. Hierzu wird aus einem Istdruck und einem Solldruck ein Differenzdruck gebildet. Aus dem Differenzdruck wird dann ein Korrekturwert ermittelt, mit dem der Sollwert des Drucks korrigiert wird.

Der Korrekturwert wird zusätzlich einer Fehlererkennungseinrichtung zugeführt, in der überprüft wird, ob der Korrekturwert innerhalb eines durch zwei vorbestimmten Werten gebildeten zulässigen Druckbereichs 5 liegt. Liegt der Korrekturwert außerhalb von diesem Bereich, so wird ein Fehler im Kraftstoffversorgungssystem erkannt und angezeigt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein 10 Verfahren der gattungsgemäßen Art derart zu verbessern, daß die einen Fehler im Kraftstoffversorgungssystem verursachende Komponente ermittelt werden kann.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird mit den 15 Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteile der Erfindung

Der besonders große Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß eine genaue Diagnose des 20 Kraftstoffversorgungssystems ohne zusätzlich Bauteile erreicht wird.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich in Verbindung mit den Unteransprüchen aus der nachfolgenden Beschreibung 25 von Ausführungsbeispielen.

30 Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

5 Die Figur 1 zeigt schematisch eine Darstellung eines Kraftstoffversorgungssystems einer Brennkraftmaschine.

10 Die Figur 2 zeigt schematisch den Ablauf der Diagnose des Kraftstoffversorgungssystems.

Die Figur 3 zeigt schematisch den Ablauf des Diagnosezyklus bei Erkennung eines Fehlers im Kraftstoffversorgungssystem.

15

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In der Figur 1 ist ein Kraftstoffversorgungssystem 10 dargestellt, das für den Einsatz in einer Brennkraftmaschine vorgesehen ist.

20 In einem Kraftstofftank 11 ist eine Elektrokraftstoffpumpe (EKP) 12, ein Kraftstofffilter 13 und ein Niederdruckregler 14 angeordnet.

25 Die EKP 12 fördert über den Kraftstofffilter 13 den Kraftstoff aus dem Kraftstofftank 11. Der Kraftstofffilter 13 hat die Aufgabe Fremdpartikeln aus dem Kraftstoff herauszufiltern. Mit Hilfe des Niederdruckreglers 14 wird der Kraftstoffdruck im Niederdruckbereich auf einen vorbestimmten Wert geregelt.

Vom Kraftstofftank 11 führt eine Kraftstoffleitung 15 zu einer Hochdruckpumpe 16. An der Hochdruckpumpe 16 schließt sich ein Speicherraum 17 an, an dem Einspritzventile 18 angeordnet sind. Die Einspritzventile 18 sind mit dem Speicherraum 17 verbunden und werden vorzugsweise direkt den Brennräumen der Brennkraftmaschine zugeordnet.

Der Kraftstoff wird mit Hilfe der Elektrokraftstoffpumpe 12 aus dem Kraftstofftank 11 über die Kraftstoffleitung 15 zur Hochdruckpumpe 16 gefördert. Hierbei wird der Kraftstoff auf einem Druck von ca. 4-5 bar gebracht. Die Hochdruckpumpe 16, die vorzugsweise direkt von der Brennkraftmaschine angetrieben wird, verdichtet den Kraftstoff und fördert ihn in einen Speicherraum 17. Der Kraftstoffdruck erreicht hierbei Werte von bis zu 120 bar. Über die Einspritzventile 18, die einzeln angesteuert werden können, wird der Kraftstoff direkt in die Brennräume der Brennkraftmaschine gespritzt.

Ein Drucksensor 21 und ein Drucksteuerventil 19 ist direkt am Speicherraum 17 angeschlossen. Das Drucksteuerventil 19 ist Eingangsseitig mit dem Speicherraum 17 verbunden. Ausgangsseitig führt eine Rückflußleitung 20 zur Kraftstoffleitung 15. Über Signal- und Steuerleitungen 22, 23 sind der Drucksensor 21 und das Drucksteuerventil 19 mit einem Steuergerät 25 verbunden.

Anstatt einem Drucksteuerventil 19 kann auch ein Mengensteuerventil in einem Kraftstoffversorgungssystem 10 zur Anwendung kommen. Der Einfachheit halber wird im

folgenden Text nur das Drucksteuerventil 19 weiter beschrieben.

Mit Hilfe des Drucksensors 21 wird der Istwert des Kraftstoffdrucks im Speicherraum 17 erfaßt. Über die Signalleitung 22 wird der Istwert dem Steuergerät 25 zugeführt. Im Steuergerät 25 wird auf der Basis des erfaßten Istwerts des Kraftstoffdrucks ein Ansteuersignal gebildet, mit dem das Drucksteuerventil 19 über die Steuerleitung 23 angesteuert wird.

Im Steuergerät 25 sind verschiedene Funktionen, die zur Steuerung der Brennkraftmaschine dienen implementiert. In modernen Steuergeräten werden diese Funktionen auf einem Rechner programmiert und anschließend in einem Speicher des Steuergeräts 25 abgelegt. Die im Speicher abgelegten Funktionen werden in Abhängigkeit der Anforderungen an die Brennkraftmaschine aktiviert. Hierbei werden insbesondere harte Anforderungen an die Echzeitfähigkeit des Steuergeräts 25 in Verbindung mit den Funktionen gestellt. Prinzipiell ist jedoch eine reine Hardwarerealisierung der Funktionen zur Steuerung der Brennkraftmaschine durchaus möglich.

Zur Steuerung bzw. Regelung des Drucks im Speicherraum 17 des Kraftstoffversorgungssystems 10 dienen beispielsweise die Funktionen Druckregelung und Druckvorsteuerung.

Die Funktion Druckregelung regelt Störungen aus, die den Druck im Speicherraum kurzzeitig verändern. Hierzu wird das Ausgangssignal des Drucksensors 21 mit einer Sollgröße verglichen. Bei Erkennen einer Abweichung zwischen Ausgangssignal des Drucksensors 21 und Sollgröße wird ein

Signal erzeugt, mit dem das Drucksteuerventil 19 angesteuert und die Abweichung korrigiert wird. In Normalfall, d.h. wenn keine Störung vorliegt, bleibt der Ausgang des Druckreglers in Null- bzw. Neutralstellung.

5

Die Druckvorsteuerung erzeugt auf der Basis einer Sollgröße für den Druck ein Ansteuersignal für das Drucksteuerventil 19. Im allgemeinen beschreibt die Druckvorsteuerung das Verhalten des Kraftstoffversorgungssystems 10 so genau, daß 10 der Druckregler nur noch Störungen ausregeln muß und sonst in Neutralstellung bleibt.

Die Druckregelung und die Druckvorsteuerung arbeiten im Prinzip parallel, wobei die Druckregelung das dynamische und 15 die Druckvorsteuerung das stationäre Verhalten des Drucks im Speicherraum beeinflussen.

In der Figur 2 ist schematisch der Ablauf einer Diagnose des Kraftstoffversorgungssystems 10 dargestellt.

20

Ein Block 201 repräsentiert den Normalbetrieb der Brennkraftmaschine. Normalbetrieb bedeutet, daß die Brennkraftmaschine fehlerfrei läuft, keine Notlauffunktionen aktiviert sind und/oder der Diagnosezyklus nicht aktiviert 25 ist.

Während des Normalbetriebs 201 der Brennkraftmaschine werden fortlaufend verschiedene Überprüfungen durchgeführt. Im Block 202 wird eine elektrische Überprüfung des Drucksensors 30 21 durchgeführt. Gleichzeitig wird im Block 203 eine allgemeine Plausibilitätskontrolle Kraftstoffversorgungssystems 10 durchgeführt und im Block

204 werden die Endstufen des Drucksteuerventils 19 und der Hochdruckeinspritzventile 18 überprüft.

Die elektrische Überprüfung des Drucksensors 21 wird durch  
5 Auswerten des Ausgangssignals des Drucksensors 21  
durchgeführt. Hierzu wird beispielsweise überprüft, ob das  
Ausgangssignal Werte innerhalb eines zulässigen Bereichs  
einnimmt. Nimmt das Ausgangssignal Werte außerhalb des  
zulässigen Bereichs ein, dann wird ein Kurzschluß- oder ein  
10 Kabelbruchfehler erkannt. Weiterhin kann überprüft werden,  
ob der Zeitverlauf des Ausgangssignals eine in Abhängigkeit  
vom Kraftstoffversorgungssystem 10 typische Form aufweist.

Wird im Block 202 ein Fehler des Drucksensors 21 erkannt, so  
15 wird im Block 205 der Fehler mit Hilfe einer  
Anzeigeeinrichtung angezeigt und gleichzeitig in Block 206  
ein entsprechender Notlaufbetrieb der Brennkraftmaschine  
eingestellt. Beispielsweise wird bei Erkennen eines Fehlers  
des Drucksensors 21 im Notlaufbetrieb die Druckregelung  
20 abgeschaltet, so daß der Druck im Speicherraum 17 nur noch  
von der Druckvorsteuerung eingestellt wird.

Ein Fehler der Endstufen des Drucksteuerventils 19 oder der  
Hochdruckeinspritzventile 18, wird durch Beobachten einer  
25 Endstufenspannung der einzelnen Endstufen erkannt. Weicht  
die Endstufenspannung im eingeschalteten oder  
ausgeschalteten Zustand der Endstufen wesentlich von einem  
für den eingeschalteten bzw. ausgeschalteten Zustand der  
Endstufen vorbestimmten Wert ab, dann wird ein Kurzschluß-  
30 oder Kabelbruchfehler in den Endstufen erkannt.

Wird im Block 204 ein Fehler der Endstufen des Drucksteuerventils 19 oder der Hochdruckeinspritzventile 18 erkannt, so wird im Block 207 der Fehler mit Hilfe einer Anzeigeeinrichtung angezeigt und gleichzeitig in Block 208 ein entsprechender Notlaufbetrieb der Brennkraftmaschine eingestellt.

Wird im Block 203 durch eine Plausibilitätskontrolle des Kraftstoffversorgungssystems 10 ein allgemeiner Fehler erkannt, so wird in einem Block 209 mit Hilfe einer Anzeigeeinrichtung der Fehler angezeigt und ein Diagnosezyklus der Brennkraftmaschine gestartet und angezeigt. Hierzu werden im Block 210 verschiedene Diagnosefunktionen aktiviert, die zur Überprüfung der einzelnen Komponenten des Kraftstoffversorgungssystems 10 dienen.

Beispielsweise wird eine Plausibilitätskontrolle des Kraftstoffversorgungssystems 10, wobei zur Druckregelung im Speicherraum 17 neben dem Druckregler auch die Druckvorsteuerung aktiv ist, durchgeführt, indem der Ausgangswert des Druckreglers mit einem vorbestimmten Schwellenwert verglichen wird. Überschreitet der Ausgangswert des Druckreglers über eine vorbestimmte Zeitspanne den Schwellenwert, so wird eine Abweichung des Kraftstoffversorgungssystems 10 vom Normalverhalten bzw. von der Druckvorsteuerung erkannt. Hierzu wird vorausgesetzt, daß die Druckvorsteuerung richtig funktioniert und das stationäre Verhalten des Kraftstoffversorgungssystems 10 ausreichend genau beschreibt.

Die Figur 3 stellt schematisch den Ablauf des Diagnosezyklus dar.

Wird in einem Schritt 301 (dieser Schritt entspricht dem  
5 Schritt 203 in der Figur 2) durch die Plausibilitätskontrolle ein Fehler im Kraftstoffversorgungssystem 10 erkannt, so wird in einem Schritt 302 der Diagnosezyklus gestartet. Hierbei werden Diagnosefunktionen aktiviert, die die einzelnen Komponenten  
10 des Kraftstoffversorgungssystems 10 auf Funktionsfähigkeit überprüfen.

Hierzu werden Ausgangssignale der Funktionen  
Aussetzererkennung, Laufruheregelung, Lambdaregelung,  
15 Gemischadaption oder Leckageerkennung in geeigneter Weise ausgewertet und miteinander verknüpft.

Als Ausgangssignale werden im Folgendem auch Signale bezeichnet, die aus einem Zwischenergebnis der obengenannten  
20 Funktionen stammen können.

Mit Hilfe der im Block 304 dargestellten Funktion Aussetzererkennung werden Verbrennungsaussetzer aufgrund von zu „fettem“ oder zu „magerem“ Luft-/Kraftstoff-Verhältnis  
25 erkannt. Verbrennungsaussetzer in einzelnen Zylindern bewirken, daß die einzelnen Zylinder nicht mehr das gleiche Moment abgegeben, wodurch es zu einer Laufunruhe der Brennkraftmaschine kommt.

30 Mit Hilfe der im Block 304 dargestellten Funktion Laufruheregelung werden unterschiedliche abgegebene Momente in den einzelnen Zylindern erfaßt und durch Variation der

eingespritzten Kraftstoffmasse in den betroffenen Zylindern ausgeglichen.

Mit Hilfe der im Block 305 dargestellte Funktion  
5 Lambdaregelung wird durch Auswerten eines Signals einer Lambdasonde erkannt, ob das durch einen Sollwert vorbestimmte Luft-/Kraftstoff-Verhältnis tatsächlich im Brennraum vorlag und dort verbrannte. Bei Erkennen einer Abweichung zwischen dem Sollwert und dem erfaßten Wert des  
10 Luft-/Kraftstoff-Verhältnis wird ein Korrektursignal erzeugt und einer Funktion zur Gemischbildung zugeführt. Durch Auswerten des Zeitverlaufs des Korrektursignals können kurzfristige Abweichungen zwischen dem vorgegebenen und dem erfaßten Luft-/Kraftstoff-Verhältnis erkannt werden.

15 Die Lambdaregelung kann Regelabweichungen nur dann optimal ausregeln, wenn der Reglerausgang im Ruhezustand, d.h. es sind keine Regelabweichungen vorhanden, einen Wert nahe der Neutrallage einnimmt. Treten dauerhafte Abweichungen oder  
20 Störungen aufgrund von Alterung oder Fehler im Kraftstoffversorgungssystem 10 auf, so nimmt der Reglerausgang dauerhafte einen Wert außerhalb der Nullage ein und läuft damit außerhalb seines optimalen Arbeitsbereichs. Kurzzeitige Abweichungen oder Störungen  
25 können nur noch schlecht oder gar nicht mehr ausgeglichen werden.

Die im Block 304 dargestellte Funktion **Gemischadaption** löst dieses Problem. Sie erkennt dauerhafte Abweichungen zwischen dem vorgegebenen und dem erfaßten Luft-/Kraftstoff-  
30 Verhältnis durch Auswerten des Ausgangssignals der Lambdaregelung und greift adaptiv in die Gemischbildung ein.

Dazu wird die Masse an einzuspritzendem Kraftstoff so verändert, daß der Reglerausgang in Ruhezustand wieder einen Wert nahe der Nullage einnimmt.

5 In einem Block 303 wird zunächst die Funktion der Hochdruckeinspritzventile 18 überprüft. Da eine elektrische Überprüfung der Endstufen der Hochdruckeinspritzventile 18 bereits während des Normalbetriebs der Brennkraftmaschine erfolgt, wird im Diagnosezyklus überprüft, ob ein Mengenfehler vorliegt. Ein Mengenfehler liegt vor, wenn eine vorbestimmte Kraftstoffmenge nicht mit der in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzte Kraftstoffmenge übereinstimmt.

10 Hierzu wird mit Hilfe der im Block 304 dargestellten Funktionen Aussetzererkennung und Laufruheregelung durch Vergleich der Ausgangssignale dieser Funktionen mit vorbestimmten Schwellenwerten ermittelt, ob und in welchen Zylindern Laufunruhen oder Verbrennungsaussetzer vorliegen.

15 Bereits mit dieser Information kann mit hoher Wahrscheinlichkeit auf einen Fehler der Hochdruckeinspritzventile 18 geschlossen werden.

20 Zusätzlich wird ein Ausgangssignal der im Block 305 dargestellten Lambdaregelung ausgewertet. Hierzu wird überprüft, ob das Ausgangssignal der Lambdaregelung über eine vorbestimmte Zeit größer als ein vorbestimmter Schwellenwert ist. Alternativ oder zusätzlich zur Lambdaregelung wird das Ausgangssignal der im Block 306 dargestellten Gemischadaption ausgewertet. Das Ausgangssignal der Gemischadaption wird wie auch bei der

Lambdaaregelung mit einem vorbestimmten Schwellenwert verglichen.

**Kurzzeitige Fehler**, d.h. kurzzeitig vorliegende Fehler der Hochdruckeinspritzventile 18 werden durch eine UND-Verknüpfung der Ergebnisse der Laufruheregelung oder der Aussetzererkennung 304 mit dem Ergebnis der Lambdaaregelung 305 erkannt. In anderen Worten formuliert; wird ein Fehler mit Hilfe der Aussetzererkennung **oder** der Laufruheregelung 10 erkannt und wird zusätzlich ein Fehler mit Hilfe der Lambdaaregelung erkannt, so wird auf ein Fehler der Hochdruckeinspritzventile 18 geschlossen.

**Dauerhafte Fehler** der Hochdruckeinspritzventile 18, d.h. Fehler die dauerhaft vorliegen, werden durch eine UND-Verknüpfung der Ergebnisse der Laufruheregelung oder der Aussetzererkennung 304 mit dem Ergebnis der Gemischadaption 306 erkannt. In anderen Worten formuliert; wird ein Fehler mit Hilfe der Aussetzererkennung **oder** der Laufruheregelung 20 erkannt und wird zusätzlich ein Fehler mit Hilfe der Gemischadaption 306 erkannt, so wird auf ein Fehler der Hochdruckeinspritzventile 18 geschlossen.

In einem Block 307 wird mit Hilfe einer Anzeigeeinrichtung 25 ein Fehler der Hochdruckeinspritzventile 18 angezeigt.

Wurde ein Fehler der Hochdruckeinspritzventile 18 erkannt, so wird der Diagnosezyklus beendet und ein entsprechender Notlaufbetrieb der Brennkraftmaschine eingestellt.

Liegt kein Fehler der Hochdruckeinspritzventile 18 vor, so wird in einem Block 308 wird der Drucksensor 21 auf Funktionsfähigkeit überprüft.

5 Im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine wird Kraftstoff dem Speicherraum 17 zugeführt. Im Speicherraum 17 wird der Druck vom Drucksensor 21 gemessen und über die Hochdruckeinspritzventile 18 Kraftstoff einer Verbrennung zugeführt. Durch Auswerten von Ausgangssignalen der 10 Funktionen Lambdaregelung 305 und/oder Gemischadaption 306 kann das Verhalten der Verbrennung des Kraftstoffs erfaßt werden.

15 Zur Diagnose des Drucksensors 21 wird zu einem vorbestimmten Zeitpunkt der Druck im Speicherraum mit dem Drucksensor 21 und das Verbrennungsverhalten des Kraftstoffs mit Hilfe der Lambdaregelung und/oder Gemischadaption erfaßt. Anschließend wird der Druck im Speicherraum verändert. Danach wird der Druck und das Vebrennungsverhalten des Kraftstoffs wieder erfaßt. Durch einen Vergleich der vor der Druckänderung und 20 nach der Druckänderung erfaßten Werte für den Druck im Speicherraum 17 und das Verbrennungsverhalten des Kraftstoffs, wird auf die Funktion des Drucksensors 21 geschlossen.

25 In einem Block 309 wird mit Hilfe einer Anzeigeeinrichtung ein Fehler des Drucksensors 21 angezeigt.  
Wurde ein Fehler des Drucksensors 21 erkannt, so wird der 30 Diagnosezyklus beendet und eine entsprechende Notlauffunktion der Brennkraftmaschine aktiviert.

Liegt kein Fehler der Hochdruckeinspritzventile 18 oder des Drucksensors 21 vor, wird in einem Block 310 die Funktion des Drucksteuerventils 19 überprüft. Da eine elektrische Überprüfung der Endstufen des Drucksteuerventils 19 bereits während des Normalbetriebs der Brennkraftmaschine erfolgt, wird hier überprüft, ob der durch eine Ansteuerung des Drucksteuerventils 19 durch das Steuergerät 25 zu erwartende Druckwert im Speicherraum 17 eingestellt wird.

10 Hierzu kann beispielsweise das das Drucksteuerventil 19 ansteuernde Signal mit dem vom Drucksensor 21 abgegebenen Signal verglichen werden. Weichen diese Signale über einen längeren Zeitraum wesentlich voneinander ab, so kann daraus auf ein Fehler des Drucksteuerventils 19 geschlossen werden.

15 Um einen Fehler des Drucksteuerventils 19 mit größerer Sicherheit erkennen zu können, werden zusätzlich die Ausgangssignale der Lambdaregelung 305 und der Gemischadaption 306 ausgewertet. Beispielsweise kann das das Drucksteuerventil 19 ansteuernde Signal in einer vorbestimmten Weise verändert werden, wodurch sich normalerweise der Druck im Speicherraum 17 und die eingespritzte Kraftstoffmasse gezielt verändert.

20 Gleichzeitig wird das Verhalten der Verbrennung durch Auswerten der Ausgangssignale der Lambdaregelung und der Gemischadaption erfaßt. Das das Drucksteuerventil 19 ansteuernde Signal wird mit den Ausgangssignalen der Lambdaregelung und/oder der Gemischadaption verglichen. Wird das das Drucksteuerventil 19 ansteuernde Signal in vorbestimmter Weise **schnell** verändert, so wird das das Drucksteuerventil 19 ansteuernde Signal mit dem Ausgangsignal der Lambdaregelung verglichen. Weichen diese

Signale über einen vorbestimmten Zeitraum wesentlich voneinander ab, so kann daraus auf ein Fehler des Drucksteuerventils 19 geschlossen werden. Wird das das Drucksteuerventil 19 ansteuernde Signal in vorbestimmter Weise langsam verändert, so wird das das Drucksteuerventil 19 ansteuernde Signal mit dem Ausgangsignal der Gemischadaption 306 verglichen. Weichen diese Signale über einen vorbestimmten Zeitraum wesentlich voneinander ab, so kann daraus auf ein Fehler des Drucksteuerventils 19 geschlossen werden.

In einem Block 311 wird mit Hilfe einer Anzeigeeinrichtung ein Fehler des Drucksensors 21 angezeigt.

Liegt weder ein Fehler der Hochdruckeinspritzventile 18, des Drucksensors 21 oder des Drucksteuerventils 19 vor, wird in einem Schritt 312 überprüft, ob eine Leckage im Kraftstoffversorgungssystem 10 vorliegt.

Hierzu wird im Nachlauf der Brennkraftmaschine, d.h. die Brennkraftmaschine ist abgeschaltet, der Druckabbau im Speicherraum 17 erfaßt. Baut sich der Druck in einer kürzeren als einer vorbestimmten Zeitspanne ab, so wird eine Leckage des Kraftstoffversorgungssystems 10 erkannt.

In einem Block 313 wird mit Hilfe einer Anzeigeeinrichtung eine Leckage des Kraftstoffversorgungssystems 10 angezeigt.

Die Reihenfolge der Überprüfung der einzelnen Komponenten des Kraftstoffversorgungssystems 10 wurde hier nur beispielhaft dargestellt und kann in geeigneter Weise

verändert werden. Logischerweise sollte die Diagnose des Drucksensors 21 immer vor der Diagnose des Drucksteuerventils 19 erfolgen, wenn die Diagnose des Drucksteuerventils 19 einen funktionierenden Drucksensor 21 voraussetzt.

Weiterhin können auch außer den hier beispielhaft beschriebenen Komponenten weitere Komponenten der Kraftstoffversorgungssystems 10 im Diagnosezyklus überprüft werden.

5

## 10        Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffversorgungssystems (10) einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem mit Hilfe einer Pumpe (12,16) Kraftstoff in einen Speicherraum (17) gefördert und ein Druck im Speicherraum (17) erzeugt wird, bei dem mit Hilfe eines Drucksensors (21) ein Istwert des Drucks gemessen wird, und bei dem der Druck im Speicherraum (17) auf einen Sollwert gesteuert bzw. geregelt wird, wobei ein Fehler im Kraftstoffversorgungssystem (10) durch eine Plausibilitätskontrolle erkannt wird, dadurch gekennzeichnet, daß bei Erkennen eines Fehlers im Kraftstoffversorgungssystem (10) ein Diagnosezyklus der Brennkraftmaschine eingeleitet wird, wobei Diagnosefunktionen aktiviert werden, die einzelne Komponenten (18,19,21) des Kraftstoffversorgungssystems (10) auf Funktionsfähigkeit überprüfen, wodurch die den Fehler verursachende Komponente (18,19,21) ermittelt und angezeigt werden kann.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Plausibilitätskontrolle des Kraftstoffversorgungssystems

(10) das Ausgangssignal einer im Steuergerät 25 realisierten Funktion, die Signale zum Ansteuern des Drucksteuerventil (19) zum Regeln des Drucks im Speicherraum 17 erzeugt, mit einem Schwellenwert verglichen und bei dauerhaftem  
5 Überschreiten des Schwellenwerts ein Fehler im Kraftstoffversorgungssystems (10) erkannt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Diagnosefunktionen aktiviert werden, die wenigstens einen Drucksensor (21) und/oder ein Hochdruckeinspritzventil (18)  
10 und/oder einen Mengensteuerventil bzw. Drucksteuerventil (19) und/oder ein Gehäuse bzw. Dichtungen des Kraftstoffversorgungssystems (10) auf Funktionsfähigkeit überprüfen.  
15

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zur Plausibilitätskontrolle das Ausgangssignal eines Drucksensors (21) und die Endstufen eines Druck- bzw. Mengensteuerventils (21) überwacht werden  
20 und bei Erkennen eines Fehlers dieser angezeigt und eine entsprechende Notlauffunktion der Brennkraftmaschine aktiviert wird.

5. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden  
25 Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Erkennen eines Fehlers einer Komponente des Kraftstoffversorgungssystems (10) der Diagnosezyklus beendet und eine entsprechende Notlauffunktion der Brennkraftmaschine aktiviert wird.

30 6. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während des Diagnosezyklus ein Fehler eines Hochdruckeinspritzventils

(18) durch Auswertung eines Ausgangssignals wenigstens einer Aussetzererkennung (304) und/oder einer Laufruheregelung (304) und/oder einer Lambdaregelung (305) und/oder einer Gemischadaption (306) erkannt und angezeigt wird.

5

7. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während des Diagnosezyklus ein Fehler eines Drucksensors (21) durch Auswertung eines Ausgangssignals wenigstens einer Lambdaregelung (305) und/oder einer Gemischadaption (306) erkannt und angezeigt wird.

10

8. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während des Diagnosezyklus ein Fehler eines Drucksteuer- bzw. Mengensteuerventils (19) durch Auswertung eines Ausgangssignals wenigstens eines Drucksensors (21) und/oder einer Lambdaregelung (305) und/oder einer Gemischadaption (306) erkannt und angezeigt wird.

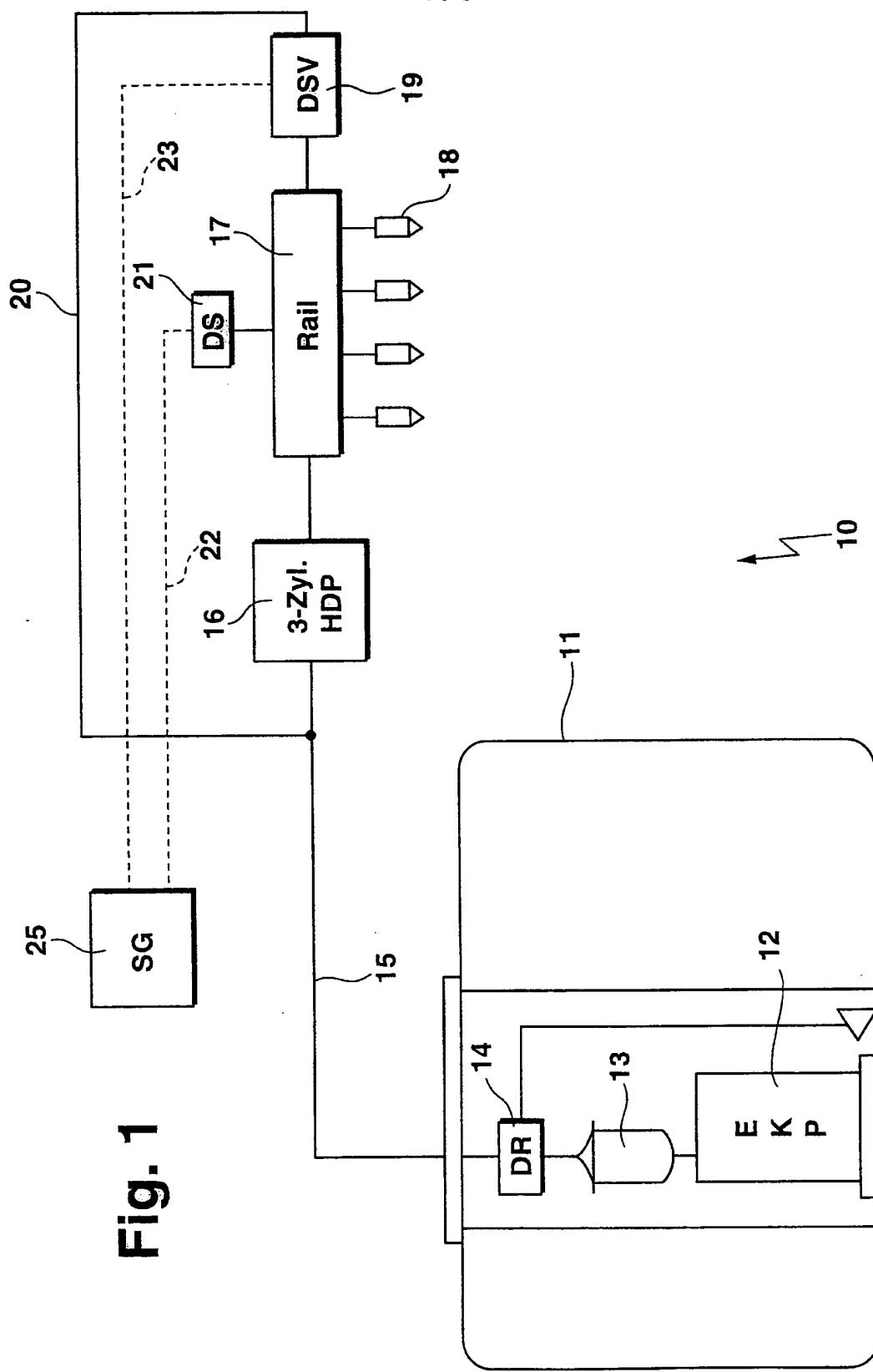
15

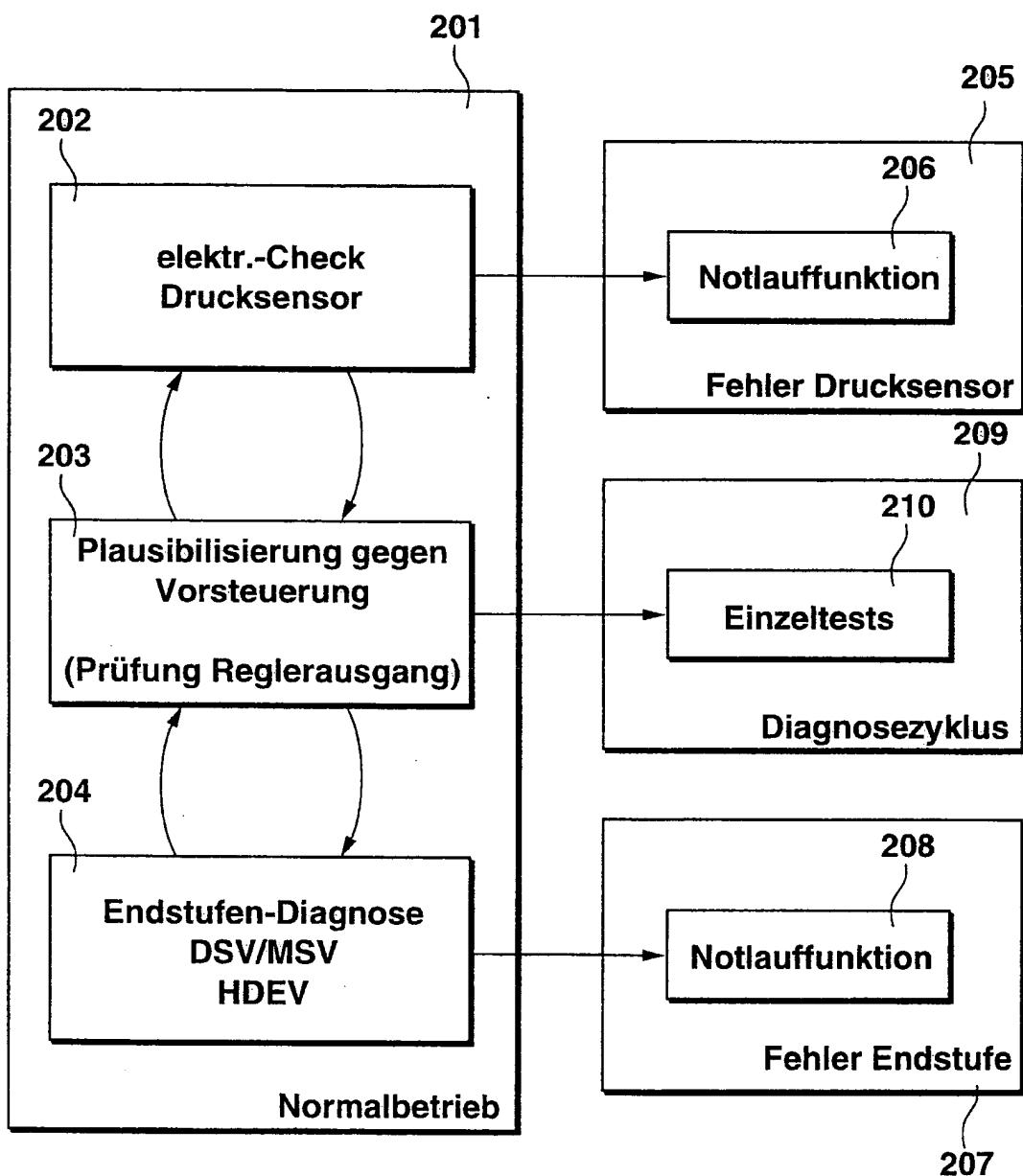
9. Elektrisches Speichermedium, insbesondere Read-Only-Memory, für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, auf dem ein Programm gespeichert ist, das auf einem Rechengerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der voranstehenden Ansprüche geeignet ist.

20

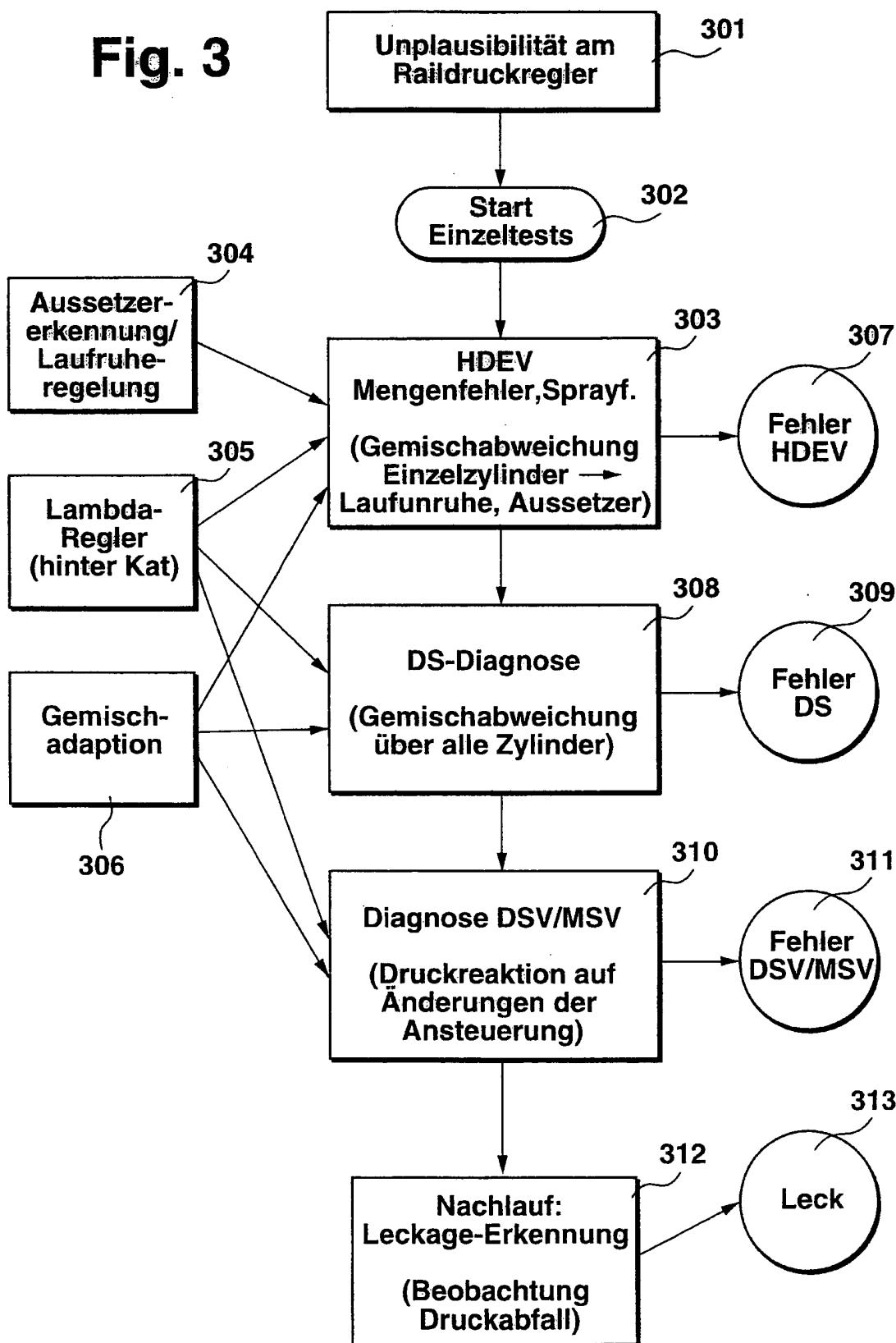
25

1 / 3



**Fig. 2**

3 / 3

**Fig. 3**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/E 99/02958

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 F02D41/22 F02D41/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	EP 0 899 442 A (NISSAN MOTOR) 3 March 1999 (1999-03-03)	1-5,7-9
Y	column 1, line 35 -column 6, line 41; figures ---	6
A	DE 196 34 982 A (SIEMENS AG) 12 March 1998 (1998-03-12) column 2, line 32 -column 4, line 11; figures ---	1,2
Y	EP 0 860 600 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 26 August 1998 (1998-08-26) page 6, line 29 -page 7, line 1 page 12, line 30 -page 13, line 25; figures ---	6
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24 February 2000	03/03/2000
Name and mailing address of the ISA  European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Torle, E

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No.  
PCT/D/02958

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 241 933 A (MORIKAWA KOJI) 7 September 1993 (1993-09-07) cited in the application the whole document -----	1-9
A	DE 196 26 689 C (BOSCH GMBH ROBERT) 20 November 1997 (1997-11-20) column 3, line 46 -column 4, line 12; figures -----	1,4,5

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/02958

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 0899442	A	03-03-1999	JP	11062688 A	05-03-1999
DE 19634982	A	12-03-1998	FR	2752881 A	06-03-1998
EP 0860600	A	26-08-1998	JP	10238392 A	08-09-1998
			JP	10238391 A	08-09-1998
US 5241933	A	07-09-1993	NONE		
DE 19626689	C	20-11-1997	FR	2750735 A	09-01-1998
			IT	MI971554 A	05-01-1998
			JP	10068328 A	10-03-1998

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/D/ /02958

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 F02D41/22 F02D41/38

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F02D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P, X	EP 0 899 442 A (NISSAN MOTOR) 3. März 1999 (1999-03-03)	1-5, 7-9
Y	Spalte 1, Zeile 35 -Spalte 6, Zeile 41; Abbildungen	6
A	DE 196 34 982 A (SIEMENS AG) 12. März 1998 (1998-03-12) Spalte 2, Zeile 32 -Spalte 4, Zeile 11; Abbildungen	1, 2
Y	EP 0 860 600 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 26. August 1998 (1998-08-26) Seite 6, Zeile 29 -Seite 7, Zeile 1 Seite 12, Zeile 30 -Seite 13, Zeile 25; Abbildungen	6
	---	
	-/-	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmelde datum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmelde datum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmelde datum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kolidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
24. Februar 2000	03/03/2000
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Torle, E

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/02958

**C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 241 933 A (MORIKAWA KOJI) 7. September 1993 (1993-09-07) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ----	1-9
A	DE 196 26 689 C (BOSCH GMBH ROBERT) 20. November 1997 (1997-11-20) Spalte 3, Zeile 46 -Spalte 4, Zeile 12; Abbildungen -----	1,4,5

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Interne Nummer des Aktenzeichen

PCT/EP/02958

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0899442	A	03-03-1999	JP	11062688 A		05-03-1999
DE 19634982	A	12-03-1998	FR	2752881 A		06-03-1998
EP 0860600	A	26-08-1998	JP	10238392 A		08-09-1998
			JP	10238391 A		08-09-1998
US 5241933	A	07-09-1993		KEINE		
DE 19626689	C	20-11-1997	FR	2750735 A		09-01-1998
			IT	MI971554 A		05-01-1998
			JP	10068328 A		10-03-1998